



HUANJIING GONGCHENG SHIYONG JISHU DUBEN
环境工程实用技术读本

中水处理与 回用技术

高静思 主编

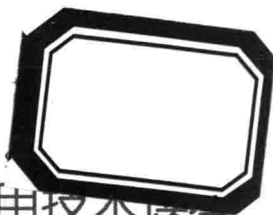


化学工业出版社



HUANJIANG GONGCHENG

环境工程实用技术读本



中水处理与 回用技术

高静思 主编

 化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍了有关中水的基本知识和中水系统,详细解答了中水处理技术及工艺的各方面问题,包括物理处理技术、化学和物化处理技术、好氧生物处理技术、厌氧生物处理技术、自然净化处理技术、深度处理技术。最后还介绍了中水水质监测和各类中水回用工程技术要点。

本书可供从事污水处理,尤其是中水回用方面工作的技术人员、管理人员使用。也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中水处理与回用技术/高静思主编. —北京:化学工业出版社, 2014.9
(环境工程实用技术读本)
ISBN 978-7-122-21397-6

I. ①中… II. ①高… III. ①生活污水-污水处理
②生活污水-废水综合利用 IV. ①X703

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第165802号

责任编辑:左晨燕
责任校对:吴静

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印装:北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张10 $\frac{3}{4}$ 字数272千字
2014年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)
售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

出版者的话

随着我国社会经济的高速发展，环境问题日益突出，党的十八大明确提出了要加快调整经济结构和布局，采取切实的防治污染措施，促进生产方式和生活方式的改变，下决心解决好关系群众切身利益的大气、水、土壤等突出的环境污染问题，改善环境质量。毋庸置疑，我国的基层环保力量还比较薄弱，尤其缺乏一大批具有一定环境保护专业知识的初、中级专业技术人员。而目前国内已出版的环境保护图书多以科研专著、工程设计手册为主，系统地介绍环境工程实用技术的读物还不多见。为此，化学工业出版社组织国内一批有丰富实践经验的专家和工程技术人员精心编写了这套“环境工程实用技术读本”丛书。

本套丛书共计 12 个分册，基本覆盖了环境工程的各个领域，如工业水处理、中水处理与回用、固体废物处理、除尘技术、工业脱硫脱硝等。丛书力求全面而系统，具体到每一个分册，则强调针对性，重点突出。考虑到本套丛书的主要读者群为初、中级环境工程专业技术人员，因此全部采用问答的形式。每一分册知识点的选择都经过了反复推敲，力求只把读者最需要的知识和必须掌握的技术与技能提炼出来；每个问题的解答则尽量做到准确、精练、通俗易懂。相信丛书的出版一定会对我国的环境保护职业教育起到积极的推动作用。

参加本套丛书编写的人员有程远、高静思、郭飞、黄浩华、李敏、李肇全、彭丽娟、孙丽、王峰、王立章、王娜、王文东、王子东、吴华勇、夏洲、张妍、张志强、诸毅等。

感谢广大读者和众多专家学者对化学工业出版社多年的支持和厚爱，并恳请对我社环保图书出版多提宝贵的意见与建议。

我们的联系方式：010-64519529；chyzuo@126.com。

化学工业出版社
2014年2月

一、基本知识

1

(一) 中水的概念	1
1. 什么是中水?	1
2. 中水的概念是如何产生的?	2
3. 中水的回用有什么意义?	2
4. 中水的主要用途有哪些?	3
5. 同等条件下, 采用中水回用与自来水相比有哪些 优势?	3
6. 目前我国的中水回用情况如何?	4
7. 要促进中水回用在我国推广, 还应采取哪些措施? ..	5
(二) 中水水源及回用对象	6
8. 哪些水可以作为中水回用的水源?	6
9. 中水水源需符合哪些条件?	7
10. 中水水源应怎样分类?	7
(三) 中水处理技术	8
11. 各国中水处理技术的发展情况如何?	8
12. 国内外目前有哪些主要的中水处理技术?	9
13. 目前国内外中水技术的发展趋势如何?	11
(四) 中水回用水质标准	11
14. 中水的消毒有哪些要求?	11
15. 中水回用水有哪些主要的水质指标?	12
16. 中水回用水的水质有哪些要求?	13
17. 中水回用水的水质标准是什么?	13

18. 中水回用水质标准与水环境质量标准有什么关系? ...	14
19. 中水回用水质标准与污水综合排放标准有什么关系?	14
20. 中水回用作地下水人工回灌对其水质有哪些要求? ...	15

二、中水系统

16

21. 什么是中水设施? 中水处理站应满足哪些要求?	16
22. 中水的工艺流程有哪些要求?	16
23. 中水回用的污水处理系统包括哪些部分?	17
24. 中水回用有哪些污水处理的工艺流程? 大体上应怎样选择?	17
25. 各种工艺的具体流程是怎样的?	18
26. 中水系统是怎样分类的?	20
27. 建筑中水系统是怎样分类的?	20
28. 中水管网系统主要由哪些部分组成? 有哪些需要注意的问题?	22
29. 城市污水回用系统由哪些部分组成? 各部分的设计有哪些具体要求?	23
30. 什么是中水的初级回用?	24
31. 什么是中水的中级回用?	24
32. 什么是中水的高级回用?	25
33. 城市污水有哪些主要的中水回用方式?	25
34. 发达国家的城市中水回用与发展中国家相比较有哪些不同点和相同点?	27
35. 建筑中水系统有哪些主要的供水方式?	27
36. 建筑污水有哪些主要的回用方式?	28
37. 小区中水主要有哪些给水方式?	29
38. 什么是水量平衡? 水量平衡的设计主要包括哪些步骤?	29
39. 中水处理技术是怎样分类的?	30

三、中水处理技术及工艺

31

(一) 物理处理技术	31
40. 中水处理技术中主要有哪些物理处理技术?	31
41. 什么是格栅? 一般怎样分类?	32
42. 粗、中、细格栅的作用分别是什么?	32
43. 各种机械格栅除污机的工作原理和主要性能分别是 什么?	33
44. 格栅的应用需要考虑哪些因素?	34
45. 过滤的机理是什么?	35
46. 滤池的结构是怎样的? 应怎样分类?	35
47. 普通快速滤池的工作过程是怎样的?	35
48. 快速滤池有哪些常见问题?	36
49. 滤池反冲洗的方法有哪些?	37
50. 什么是陶粒滤料? 其特点是什么?	37
51. 什么是纤维球滤料? 其特点是什么?	38
52. 微滤机的原理是什么? 其特点是什么?	38
53. 什么是多介质过滤器?	39
54. 多介质过滤器的滤层设计主要考虑哪些因素?	39
55. 什么是活性炭过滤器?	40
56. 沉砂池的主要功能是什么?	41
57. 沉砂池是怎样分类的?	41
58. 曝气沉砂池的工作原理是什么?	41
59. 曝气沉砂池与普通平流式沉砂池相比较具有哪些 优势?	41
60. 涡流式沉砂池的工作原理是什么?	42
61. 沉淀池的主要作用是什么?	42
62. 沉淀主要包括哪些类型?	43
63. 常用的沉淀池型式有哪些? 每种型式各有哪些优 缺点?	43
64. 沉淀池池型在选择时需考虑哪些因素?	44

65. 初沉池和二沉池在设计时有什么区别？	45
66. 沉淀池设计时需考虑哪些因素？	45
67. 什么是平流式沉淀池？	46
68. 什么是竖流式沉淀池？	46
69. 什么是辐流式沉淀池？	47
70. 什么是斜板（管）沉淀池？	48
71. 什么是气浮法？	48
72. 气浮法是怎样分类的？	49
73. 气浮设备主要有哪些类型？	49
74. 加压溶气气浮法有哪几种？	51
75. 加压溶气气浮法的特点是什么？	51
76. 浅池气浮与其他气浮工艺比较有什么特点？	52
77. 隔油池的主要作用是什么？	53
78. 隔油池是怎样分类的？	53
(二) 化学和物化处理技术	54
79. 中水处理技术中有哪些主要的化学技术？	54
80. 混凝的主要作用是什么？	56
81. 混凝的作用是怎么实现的？	56
82. 混凝剂是怎样分类的？	57
83. 什么是两性高分子絮凝剂？	58
84. 什么是氧化耦合絮凝剂？	58
85. 助凝剂包括哪些类型？	59
86. 影响混凝的因素有哪些？	59
87. 混凝工艺主要要求哪些工艺条件？	60
88. 混凝工艺包括哪些环节？	61
89. 混凝剂有哪些投加方式？	62
90. 主要的混凝设施有哪些？	63
91. 混凝技术有哪些发展趋势？	63
92. 什么是强化混凝？	65
93. 强化混凝有哪些工艺？	65
94. 电絮凝的原理是什么？	66

95. 什么是生物絮凝作用?	67
96. 生物絮凝作用在中水回用技术中的应用现状与前景 如何?	68
97. 什么是氧化还原法? 其主要原理是什么?	68
98. 氯氧化法有哪些优缺点?	69
99. 什么是臭氧? 臭氧氧化法的主要作用原理是什么? ...	70
100. 臭氧氧化法具有哪些主要的优缺点?	71
101. 什么是湿式氧化法?	71
102. 湿式氧化法有哪些局限性?	72
103. 湿式氧化法的主要原理是什么?	72
104. 湿式氧化法主要有哪些影响因素?	73
105. 湿式氧化的主要工艺是什么?	74
106. 什么是催化湿式氧化法? 常用催化剂有哪些?	75
107. 什么是超临界氧化法?	75
108. 什么是光化学氧化法?	76
109. 吸附技术的主要原理是什么?	77
110. 吸附的主要作用是什么?	77
111. 吸附主要有哪些类型?	78
112. 吸附主要是通过哪些操作实现的?	79
113. 吸附剂主要有哪些类型?	80
114. 什么是吸附剂再生? 主要有哪些再生方法?	80
115. 吸附主要有哪些影响因素?	81
116. 什么是离子交换?	81
117. 什么是离子交换树脂? 如何分类?	82
118. 离子交换树脂的物理性质有哪些?	82
119. 离子交换树脂如何命名?	84
120. 什么是离子交换树脂的交换容量?	84
121. 离子交换树脂的选择性如何?	85
122. 什么是混床?	86
123. 混床如何再生?	87
124. 什么是电渗析?	88

125. 电渗析的主要作用是什么？有哪些优缺点？	88
126. 电渗析目前的应用状况如何？	89
127. 等离子污水处理技术的主要原理是什么？	90
128. 等离子污水处理技术反应器有哪些形式？	91
(三) 好氧生物处理技术	92
129. 中水回用有哪些好氧生物处理技术，其适用范围 是什么？	92
130. 什么是传统活性污泥法？	93
131. 传统活性污泥法的原理是什么？	93
132. 城市中水回用技术中，主要有哪些活性污泥法？	94
133. 接触氧化法的工作原理是什么？	95
134. 接触氧化法工作的主要构筑物有哪些？	96
135. 接触氧化法中所用的填料有哪些类型？	96
136. 接触氧化法有哪些主要的特点？	97
137. 接触氧化法有哪些影响因素？	97
138. 接触氧化法有哪些设计要点？	98
139. 什么是 AB 法？	99
140. AB 法的主要原理是什么？	99
141. 与传统活性污泥法相比，AB 法有哪些特点？	100
142. AB 法有哪些主要的优点？	101
143. 什么是厌氧好氧活性污泥法？它有哪些具体的 类型？	102
144. 以脱氮为主的 A/O 工艺的原理是什么？	102
145. 以脱氮为主的 A/O 工艺的主要特点是什么？	103
146. 以除磷为主的 A/O 工艺的原理是什么？	103
147. 以除磷为主的 A/O 工艺的主要特点是什么？	103
148. 什么是 A ² /O 工艺？	104
149. A ² /O 工艺的特点是什么？	104
150. 间歇式活性污泥法 (SBR) 的主要工艺流程是 什么？	105
151. 间歇式活性污泥法主要有哪些优缺点？	106

152. SBR 工艺的适用范围是什么？	107
153. 什么是 ICEAS 工艺？	107
154. 什么是 CASS 工艺？	108
155. 什么是 UNITANK 工艺？	109
156. UNITANK 的运行特点是什么？	109
157. 什么是 MSBR 工艺？	109
158. MSBR 工艺的运行特点是什么？	110
159. 什么是氧化沟工艺？	111
160. 氧化沟有哪些主要类型？	112
161. 氧化沟有哪些主要的优缺点？	113
162. 什么是生物滤池？	113
163. 什么是曝气生物滤池？	115
164. 曝气生物滤池有哪些特点？	115
165. 曝气生物滤池目前还存在哪些问题？	116
166. 曝气生物滤池的主要工作原理是什么？	117
167. 曝气生物滤池如何分类？	117
168. 曝气生物滤池的工艺流程如何？	117
169. 曝气生物滤池的滤料有什么作用和要求？	118
170. 曝气生物滤池工作的主要影响因素有哪些？	119
171. 曝气生物滤池有哪些主要的优缺点？	120
172. 什么是生物流化床？其发展过程及目前的应用状况 如何？	121
173. 生物流化床有什么特点？	122
174. 生物流化床有哪些类型？	122
175. 什么是好氧生物流化床？有哪些类型？	123
176. 生物流化床的主要组成结构有哪些？	124
177. 生物流化床的主要工艺流程如何？该工艺目前还存 在哪些问题？	125
178. 生物流化床还有哪些新的发展类型？	126
179. 什么是生物转盘工艺？生物转盘的工作原理是 什么？	128

180. 生物转盘的主要组成结构有哪些?	128
181. 生物转盘的主要工艺流程是怎样的?	129
182. 生物转盘有哪些主要特点?	130
(四) 厌氧生物处理技术	131
183. 什么是厌氧生物处理技术?	131
184. 中水回用的厌氧生物处理技术有哪些?	131
185. 什么是厌氧消化? 影响厌氧消化的因素有哪些? ...	132
186. 厌氧消化的主要机理是什么?	134
187. 厌氧消化有哪些优势?	134
188. 厌氧消化还存在着哪些不足?	135
189. 厌氧消化池有哪些类型? 各有什么特点?	136
190. 厌氧消化有哪些主要类型?	137
191. 高温厌氧消化有哪些主要的优缺点?	138
192. 厌氧消化技术的应用需注意哪些问题?	138
193. 厌氧消化工艺中涉及的管道需要满足哪些基本 条件?	139
194. 厌氧消化技术中产生的沼气应怎样处理?	140
195. 厌氧消化技术今后的发展应注意哪些问题?	142
196. 什么是 UASB 反应器?	143
197. UASB 反应器的主要原理是什么?	144
198. UASB 反应器的主要结构有哪些?	144
199. UASB 有哪些主要的控制点?	145
200. UASB 高效处理的关键因素是什么?	146
201. UASB 反应器的应用现状及发展趋势如何?	148
202. 什么是厌氧生物滤池?	149
203. 厌氧生物滤池的主要特点是什么?	149
204. 厌氧生物滤池有哪些影响因素?	150
205. 什么是膨胀颗粒污泥床?	150
206. 什么是 IC 反应器	151
207. IC 反应器的技术要点有哪些?	152
208. 什么是厌氧流化床? 有哪些适用范围?	154

209. 什么是厌氧挡板式反应器?	154
210. 什么是厌氧生物转盘?	155
211. 中水处理工程中污泥有哪些种类?	155
212. 中水工程中污泥的主要处理手段有哪些?	156
213. 中水工程中产生的污水有哪些主要的处理手段? ...	156
214. 目前污水脱氮主要有哪些技术?	157
215. 传统脱氮工艺有哪些不足? 针对这些不足有哪些新 技术产生?	158
216. 近年来, 脱氮工艺有哪些新技术产生?	158
217. 影响短程硝化反硝化的因素有哪些?	160
218. 生物脱氮的主要机理是什么?	162
219. 传统的生物脱氮工艺流程包括哪些环节?	162
220. 生物脱氮工艺的主要影响因素有哪些?	164
221. 生物除磷的主要机理是什么?	165
222. 生物除磷系统有哪些特点?	165
223. 什么是 Phostrip 工艺?	166
224. 生物除磷的工艺流程主要包括哪些环节?	166
225. 生物除磷的主要影响因素有哪些?	167
226. 什么是 Bardenpho/JHB/Phoredox 工艺?	168
227. 什么是 UCT 工艺?	169
228. 什么是 VIP 工艺?	170
229. 改良的 A ² /O 工艺主要包括哪些环节?	170
230. 除了上述工艺外, 还有哪些脱氮除磷的工艺?	171
231. 生物脱氮除磷技术的主要发展趋势如何?	172
232. 什么是膜技术? 生物膜的净化机理是什么?	172
233. 生物膜法有哪些类型?	173
234. 生物膜法有哪些特点?	174
235. 生物膜法在中水处理中的应用状况如何?	175
236. 什么是 MBR 工艺?	176
237. MBR 工艺有哪些优点?	177
238. 膜生物反应器是怎样分类的?	177

239. 各类膜生物反应器比较, 各有什么优缺点?	178
240. 膜生物反应器的工作原理是什么?	180
241. 影响膜生物反应器的生物学动力参数有哪些?	180
242. 影响膜生物反应器的性能参数有哪些?	180
243. 无泡曝气膜生物反应器的工作机理是什么?	181
244. 与常规曝气相比, 无泡曝气有哪些优点?	181
245. 膜接触生物反应器的工作机理是什么?	182
246. 什么是膜渗透生物反应器?	183
247. 什么是酶-膜生物反应器?	183
248. 高效一体化生物膜工艺的主要机理是什么?	184
249. 什么是膜污染?	184
250. 如何防止滤饼层的形成?	185
251. 去除滤饼层的方法是什么?	185
252. 膜清洗的物理技术有哪些?	185
253. 膜清洗的化学清洗剂有哪些?	186
254. 膜生物反应器目前的应用和研究情况如何?	187
255. 膜生物反应器目前的发展趋势如何?	188
(五) 自然净化处理技术	189
256. 人工湿地的原理是什么?	189
257. 人工湿地的优缺点有哪些?	190
258. 人工湿地有哪些类型?	190
259. 人工湿地由哪些单元组成?	191
260. 人工湿地中植物的作用是什么?	192
261. 人工湿地去除重金属的主要方式是什么?	193
262. 人工湿地去除有机污染物的机理是什么?	195
263. 人工湿地除氮的机理是什么?	196
264. 人工湿地除磷的机理是什么?	196
265. 什么是表面流型人工湿地?	197
266. 表面流型人工湿地的主要优缺点是什么?	198
267. 什么是水平潜流型人工湿地?	198
268. 水平潜流型人工湿地的主要优缺点是什么?	199

269. 什么是垂直潜流型人工湿地?	199
270. 垂直潜流型人工湿地的主要优缺点是什么?	200
271. 什么是复合流人工湿地?	200
272. 什么是人工浮岛(床)湿地?	201
273. 人工浮岛(床)湿地的净化机理是什么?	202
274. 人工浮岛(床)湿地的主要优缺点是什么?	202
275. 什么是污水土地处理技术?	202
276. 什么是稳定塘处理技术? 如何分类?	203
(六) 深度处理技术	203
277. 深度处理的目的是什么? 深度处理有哪些主要的 技术?	203
278. 活性炭吸附的主要机理是什么?	204
279. 活性炭吸附法在中水处理中有哪些作用?	205
280. 活性炭吸附有哪些影响因素?	205
281. 中水处理中应用的活性炭要满足哪些条件?	207
282. 活性炭吸附法有哪些优缺点?	207
283. 活性炭吸附有哪些操作方式?	207
284. 活性炭吸附有哪些组合工艺?	208
285. 活性炭吸附法目前的应用情况如何?	209
286. 什么是膜分离技术?	209
287. 膜分离技术的主要原理是什么?	210
288. 制造膜的材料有哪些?	211
289. 膜分离技术目前的应用状况如何?	211
290. 什么是反渗透? 其原理主要是什么?	212
291. 反渗透膜是如何分类的? 有哪些特性?	213
292. 反渗透膜在设计中需要考虑哪些问题?	214
293. 反渗透工艺主要有哪些方式?	214
294. 什么是双膜法?	215
295. 什么是超滤? 其主要原理是什么?	217
296. 超滤膜有哪些主要的性能?	217
297. 超滤膜有哪些主要的性能参数?	217

298. 超滤膜的作用主要是通过哪些操作实现的？	218
299. 超滤有哪些影响因素？	218
300. 超滤在中水处理中的应用主要有哪些方面？	220
301. 什么是膜的寿命？膜有哪些清洗方式？	221
302. 什么是微滤？微滤膜过滤的截留机理是什么？	221
303. 微滤膜有哪些特性？	222
304. 微滤工艺有哪些优点？	222
305. 微滤与超滤、反渗透相比，有什么区别和联系？ ...	223
306. 什么是纳滤？	224
307. 纳滤有哪些特点？	225
308. 纳滤的机理是什么？	225
309. 纳滤膜是怎样分类的？	226
310. 纳滤膜具有哪些分离特性？	227
311. 纳滤膜技术在应用中还存在哪些问题？	227
312. 什么是膜污染指数 (FI)？	227
313. 膜处理技术的预处理方法有哪些？	228
314. 微波技术在中水处理中有哪些方法？	229
315. 微波处理的主要工艺流程包括哪些环节？	230
316. 微波技术有哪些特点？	230
317. 微波技术在应用过程中应注意哪些问题？	231
318. 在中水处理技术中有哪些常用的消毒方法？	232
319. 氯消毒的作用是什么？有哪些特点？	232
320. 余氯的概念是什么？	233
321. 加氯消毒池有哪些设计要点？	234
322. 使用氯消毒技术需要考虑哪些因素？	235
323. 氯消毒技术有哪些负面作用？	236
324. 臭氧消毒技术有哪些特点？	237
325. 使用臭氧消毒时的注意事项有哪些？	237
326. 二氧化氯有哪些特性？	238
327. 二氧化氯消毒有哪些特点？	239
328. 与其他消毒方法比较，ClO ₂ 消毒有什么	